

## A toxicidade do chumbo e seu risco à saúde humana

Ana Vitória de Pina Cardoso<sup>1</sup>, Isadora Lima do Prado<sup>1</sup>, Jordana Oliveira Silva<sup>1</sup>, Maria Eduarda Diniz Antônio<sup>1</sup>,  
Maria Paula Borges Rodrigues<sup>1</sup>, Constanza Thaise Xavier Silva<sup>2</sup>.

1. Discente do curso de medicina do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA.
2. Docente do curso de medicina do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA.

**RESUMO:** Os metais pesados são elementos naturais da crosta terrestre, sendo identificados como as toxinas mais antigas conhecidas pelos humanos. Em relação ao chumbo, compreende-se que consiste em uma substância completamente estranha ao metabolismo do indivíduo. Diante disso, a OMS considera que concentrações plúmbeas teciduais superiores ao limiar de 10 µg/dL são prejudiciais ao funcionamento basal do organismo, sendo definidas tais ocorrências como Saturnismo ou Plumbismo. O presente estudo tem como objetivo verificar a intoxicação por chumbo e suas implicações aos diferentes sistemas do corpo humano. Trata-se de uma análise a partir de cinco artigos selecionados nas bases de dados Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Public Medlines (Pubmed) e Medlines, utilizando os descritores “lead exposure” and “prognostic” and “saturnism” and “neurotoxicity” and “renal system”, com seleção de artigos publicados entre 2014 e 2019. Os aspectos clínicos mais recorrentes nos casos de envenenamento por chumbo são transtornos neurocognitivos e neurofisiológicos, que acarretam problemas como a hiperatividade e déficits na cognição. Além disso, observa-se disfunções dos índices fisiológicos renais, com a excreção de biomarcadores que refletem danos no epitélio tubular; distúrbios hematológicos e cardiovasculares, a exemplo de quadros de anemia e hipertensão induzidas pelo chumbo, e a deposição desse material tóxico nos ossos durante um estado crônico do plumbismo. Concluiu-se que a exposição ao chumbo constitui um fator de risco à saúde humana e acarreta reações danosas à vários sistemas do organismo. Por fim, foi notado ainda que fatores como condições socioeconômicas, de moradia e de trabalho são também preditores dos riscos que o chumbo oferece.

**Palavras-chave:**  
Intoxicação;  
chumbo;  
aspectos  
clínicos

## INTRODUÇÃO

Os metais pesados são elementos naturais da crosta terrestre, identificados como as toxinas mais antigas conhecidas pelos humanos. Dentre os principais metais pesados que afligem a integridade da saúde estão o arsênio, chumbo, o cádmio e o mercúrio. As possíveis fontes de exposição incluem a origem natural, o processamento industrial, artefatos comerciais, medicamentos populares, alimentos contaminados e produtos fitoterápicos (SHARMA; SINGH; SIDDIQI, 2014).

Em enfoque maior ao chumbo, ressalta-o como substância completamente estranha ao metabolismo do indivíduo. Diante disso, a OMS considera que concentrações plúmbeas teciduais superiores ao limiar de 10 µg/dL são prejudiciais ao funcionamento basal do organismo, sendo definidas tais ocorrências como Saturnismo ou Plumbismo (DASCANIO et al., 2016). De acordo com Abushady et al. (2017), o composto em questão é habitualmente detectado em materiais a exemplo de tubulações, tintas e cerâmicas, portanto os locais de maior manejo e risco de intoxicação consistem em indústrias, áreas de mineração e unidades de reciclagem de baterias e fundição.

Os aspectos clínicos mais recorrentes nos casos de envenenamento por chumbo são transtornos neurocognitivos e neurofisiológicos, tais quais hiperatividade, dificuldade de concentração e agressividade (DASCANIO et al., 2016). Do mesmo modo, também perturba os índices hematológicos, ocasionando quadros de anemia, devido ao comprometimento na síntese de hemoglobina (SHARMA; SINGH; SIDDIQI, 2014). Além disso, nota-se prejuízos renais, os quais provém de defeitos na secreção e reabsorção tubulares (WRONSKA-NOFER et al., 2015).

Esse metal pode ser absorvido por três vias distintas: pele, trato gastrointestinal e sistema respiratório. Sua eliminação é extremamente lenta, ocorrendo em três fases: uma rápida, a qual corresponde ao metal que não se fixou no organismo; outra lenta, representando a fração do chumbo que é facilmente liberada dos componentes corporais (tecidos moles); e uma terceira, muito lenta, geralmente ligada ao tecido ósseo. Sua principal forma de excreção compreende os rins e o trato gastrointestinal (DASCANIO et al., 2016). Foi também possível discernir a população mais susceptível: fetos, neonatos, crianças e soldados, já que esses grupos de risco são mais propensos à ingestão inadvertida de terra ou de pó contaminado aumentando assim a taxa de inalação e de absorção intestinal (SHARMA; SINGH; SIDDIQI, 2014; ABUSHADY et al., 2017).

Em justificativa ao presente estudo, buscou-se compreender as características dos metais pesados, especificamente do chumbo, e a maneira como estas impactam na complexa homeostasia do sistema funcional do corpo humano. A motivação central para elaboração da mini revisão de literatura adveio dos recentes acontecimentos envolvendo a área da mineração, nos desastres de Brumadinho e Mariana, Minas Gerais.

Dado o exposto, essa análise teve por objetivo verificar a intoxicação por chumbo e suas implicações aos diferentes sistemas do corpo humano.

## METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma mini revisão de literatura, em que a coleta de dados foi feita a partir de fontes secundárias de sete artigos selecionados em levantamento bibliográfico prévio. A busca foi realizada nas bases de dados Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Public Medlines (Pubmed). Utilizando-se os descritores Ciências da Saúde (DeSC): “lead exposure” and “prognostic” and “saturnism” and “neurotoxicity” and “renal system”, foram selecionados artigos publicados entre os anos de 2014 à 2019.

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos em língua inglesa e portuguesa; artigos que trouxessem dados referentes a intoxicação por chumbo e seus aspectos clínicos no ser humano e artigos publicados e indexados nos referidos bancos de dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dessa mini-revisão foram categorizados de acordo com o impacto do chumbo nos sistemas do corpo humano que serão discutidos a seguir.

### SISTEMA NERVOSO

Em relação ao sistema nervoso, pode-se ressaltar o efeito tóxico direto aos astrócitos, sendo eles depósitos de chumbo. O problema reside no fato dessas células serem responsáveis pela manutenção da integridade da barreira hematoencefálica e protegerem os neurônios mais frágeis. O chumbo também é responsável por alterar o metabolismo dos carboidratos e conseqüentemente diminuir a circulação de glicose no cérebro, o que pode ocasionar disfunções na área perceptossensoriomotora (DASCANIO et al., 2016). Além disso, esse metal modifica as interações dos glicocorticoides com o sistema de dopamina mesocorticolímbica do cérebro (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014).

Vários dos efeitos neurotóxicos podem ocorrer em virtude de um aumento na liberação espontânea de neurotransmissores, como dopamina, acetilcolina e GABA, provavelmente devido à ativação de proteínas quinases nas terminações nervosas e ao bloqueio dos canais de cálcio dependentes de voltagem. Isso leva à interrupção e destruição das sinapses o que pode ocasionar um quadro de defeitos cognitivos (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014).

Dessa forma, percebe-se que a exposição ao chumbo é prejudicial principalmente ao desenvolvimento cerebral, tornando as crianças mais propensas aos prejuízos dessa intoxicação (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014). Esse cenário é claramente demonstrado por Abushady et al. (2017), que confirmaram que crianças em idade escolar básica expostas ao chumbo apresentaram desempenho escolar inferior e foram mais acometidas por comportamento anormal, baixa estatura e palidez. Tais

resultados também foram encontrados por DASCANIO et al., (2016) em que afirmaram que o excesso de chumbo no sangue é capaz de promover alterações neurocomportamentais em crianças, tais como déficits no desenvolvimento psicológico, hiperatividade, atraso no desenvolvimento da linguagem e cognição.

Ademais, a exposição ao chumbo também pode ser responsável por casos de neuropatia periférica ocasionada pela destruição das células de Schwann, seguida de desmielinização e atrofia axonal. Destaca-se também que os neurônios motores da extremidade superior são mais suscetíveis (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014).

Já Alvarenga et al. (2015) tentaram avaliar os efeitos diretos do chumbo sobre o sistema auditivo de crianças, no entanto, o estudo não obteve sucesso em provar a ototoxicidade. Por outro lado, ratificou os efeitos neurotóxicos deste composto já comprovados nas demais referências.

## SISTEMA RENAL

Com relação ao sistema renal, causa a formação de inclusões intranucleares, constituídas pela associação do chumbo com proteínas presentes no núcleo e modificações nas mitocôndrias, que resultam em alterações na fosforilação oxidativa e na respiração celular (COUTINHO, 2017). Isso diminui os transportes dependentes de energia, como a reabsorção, causando fosfatúria, aminoacidúria e glicosúria, o que altera todas as funções vitais do organismo. As inclusões intranucleares desaparecem com o tempo de exposição e, em seu lugar, forma-se uma fibrose intersticial (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014). Também ocorre lesão dos túbulos proximais resultando em atrofia tubular o que pode levar à diminuição da função renal (COUTINHO, 2017).

Em consonância, com Wróńska-Nofer et al. (2015) demonstraram concentrações significativamente maiores de albumina na urina, que refletem a função glomerular comprometida e sendo uma condição frequentemente encontrada em várias patologias renais que precedem a deterioração da função renal. Concomitantemente, foi demonstrada que a exposição ao chumbo pode ser um fator de risco para a formação dos cálculos renais (HARA et al., 2016)

## SISTEMA ÓSSEO

A intoxicação, em níveis elevados, pode ainda atingir o sistema ósseo, visto que ocorre a deposição do metal nos ossos, o qual, novamente, agirá imitando o cálcio, modificando o sistema de proteínas dependentes do íon (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014). O chumbo também é capaz de agir sobre os condrócitos e interferir no processo de formação endocondral, afetando o desenvolvimento ósseo (COUTINHO, 2017). É importante ressaltar que, conforme progride a exposição, o chumbo passa a se concentrar na medula óssea, fator que limita sua mobilidade (DASCANIO et al., 2016).

De acordo com Dascanio et. al. (2016) a deposição de chumbo nos ossos reflete uma fase crônica da doença, enquanto os níveis de chumbo no sangue correspondem à fase aguda. Em crianças,

70% da carga total de chumbo é armazenada no osso e em adultos esse valor atinge 95% (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014).

## SISTEMA HEMATOPOIÉTICO

O chumbo altera diversas funções orgânicas por influenciar as vias de biossíntese do heme (DASCANIO et al., 2016). Seus dois principais efeitos tóxicos são a redução do tempo de vida dos eritrócitos e diminuição da biossíntese de hemoglobina. A exposição ao chumbo é responsável por causar a inibição da pirimidina-5'-nucleotidase e a inibição da Na-K-ATPase. A inibição dessas enzimas reduz a energia disponível para uso da hemácia e reduz a estabilidade da membrana celular. Concomitantemente, o chumbo prejudica a ação da enzima G6PD minimizando a geração de NADPH, importante para a proteção dos eritrócitos. Logo, a inibição da G6PD corresponde a outro mecanismo causador de dano aos eritrócitos (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014). Estudos também demonstraram que esse metal inibe a síntese das cadeias globulínicas  $\alpha$  e  $\beta$ , favorecendo o aparecimento de anemia hipocrômica normocítica (COUTINHO, 2017).

## SISTEMA CARDIOVASCULAR

Em adultos, o sinal mais comumente encontrado em casos de exposição ao chumbo é a hipertensão induzida por chumbo. Estudos sugerem que o principal mecanismo responsável por esse problema é o aumento da atividade da bomba de troca Na-Ca e a interferência da atividade da Na-K ATPase, induzindo alterações no músculo estriado cardíaco (SHARMA; SINGH; SIDDIQ, 2014). O chumbo é responsável por promover o estresse oxidativo, resultando na produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) que podem inativar o óxido nítrico e gerar maior estimulação do sistema nervoso simpático e elevação da pressão arterial. Ademais, agente no desenvolvimento de alterações nas concentrações lipídicas, elevando os níveis do colesterol total, LDL, triglicerídeos e diminuindo nos níveis de HDL, o que favorece o desenvolvimento da arteriosclerose (COUTINHO, 2017).

## CONCLUSÃO

A análise dos artigos revela que as principais fontes de exposição ao chumbo são fontes naturais, processamento industrial, artefatos comerciais, medicamentos populares, alimentos contaminados e produtos fitoterápicos. As pesquisas comprovaram que concentrações púmbreas teciduais superiores a 10  $\mu\text{g}/\text{dL}$  são prejudiciais ao bom funcionamento do organismo, podendo afetar inúmeros sistemas do corpo humano.

Entre as implicações advindas da intoxicação por esse metal tóxico aos diferentes sistemas do corpo humano estão, dentro do sistema nervoso, o depósito direto de chumbo nos astrócitos, que são responsáveis pela integridade da barreira hematoencefálica, o metal prejudica principalmente o desenvolvimento cerebral, podendo ser percebido em crianças em idade escola que apresentam

desempenho inferior comparado ao de crianças que não sofreram tal exposição. Já no sistema renal, o chumbo se associa a proteínas e provocam modificação das mitocôndrias, o que diminui os transportes dependentes de energia, como a reabsorção, o que pode causar fosfatúria, aminoacidúria e glicosúria. No sistema ósseo, o chumbo pode ser responsável por imitar o cálcio e modificar o sistema de proteínas dependentes desse íon. O chumbo também age sobre condrócitos, afetando o desenvolvimento ósseo. O metal pode causar alterações no sistema hematopoiético, pois reduz o tempo de vida dos eritrócitos e diminui a biossíntese da hemoglobina. O chumbo também inibe a síntese das cadeias globulínicas  $\alpha$  e  $\beta$ , dando espaço ao aparecimento de anemia hipocrômica normocítica. Por fim, no sistema cardiovascular, o chumbo levar o indivíduo a apresentar hipertensão, devido ao aumento da atividade da bomba Na-Ca e a interferência da atividade da Na-K ATPase. Ele também altera concentrações lipídicas, favorecendo o desenvolvimento de aterosclerose

Por fim, o texto ressalta a importância da prevenção contra o plumbismo, com o propósito de reduzir o número de casos e suscitar o envolvimento dos governos na questão.

## REFERÊNCIAS

SHARMA B.; SINGH S.; SIDDIQI N.J. Biomedical Implications of Heavy Metals Induced Imbalances in Redox Systems. **BioMed Research International**. v. 2014, p. 1-26, 2014.

ALVARENGA., et al. Brainstem auditory evoked potentials in children with lead exposure. **Braz. j. otorhinolaryngol**, v. 81, n. 1, p. 37-43 2015.

WRONSKA-NOFER., et al. Scintigraphic assessment of renal function in steel plant workers occupationally exposed to lead. **J Occup Health**, v. 57, p. 91-99, 2015.

DESCANIO., et al. Intoxicação infantil por chumbo: uma questão de saúde e de políticas públicas. **Psicologia em revista**, v. 22, n. 1, p. 90-111, 2016.

HARA, A. et al. Incidence of nephrolithiasis in relation to environmental exposure to lead and cadmium in a population study. **Environmental Research**, v. 145, p. 1-8, 2016.

ABUSHADY., et al. Blood lead levels in a group of children: the potential risk factors and health problems. **J Pediatr**, v. 93, n. 6, p. 619-624, 2017.

BRASIL, Ministério da saúde. Escola nacional de saúde pública Sérgio Arouca. **Fundação Oswaldo Cruz**. Avaliação de biomarcadores de exposição, efeito e suscetibilidade para chumbo em indivíduos expostos a resíduos industriais no Condomínio Volta Grande IV, município de Volta Redonda, RJ. Rio de Janeiro: Ministério da saúde, 2017.